

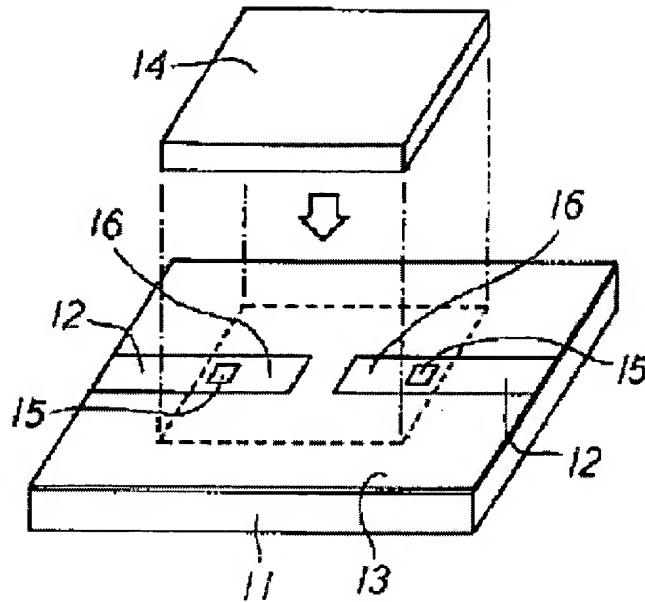
SEMICONDUCTOR DEVICE FOR HIGH-FREQUENCY USE

Patent number: JP11067969
Publication date: 1999-03-09
Inventor: HOSOKAWA TORU
Applicant: KYOCERA CORP
Classification:
- international: H01L23/12; H01L23/12
- european:
Application number: JP19970222461 19970819
Priority number(s):

Abstract of JP11067969

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor device for high-frequency use, wherein the matching of a characteristic impedance in the connection part of the wiring on a substrate with a semiconductor element for high-frequency use can be made, the transmission loss of a high-frequency signal can be reduced, and the characteristics of the element can be applied fully into practical use.

SOLUTION: This semiconductor device is constituted into a structure, wherein a semiconductor element 14 which is formed with electrodes for connection use on the lower surface thereof for high-frequency use is connected with a substrate 11, provided with electrode pads 15 adaptable to the electrodes for connection use on the upper surface thereof physically and electrically interposing conductive connection members between the electrodes for connection use and the pads 15. In this case, conductor patterns 16 for tuning into use for a high-frequency signal are respectively added to the pads 15, whereby a matching of the characteristic impedances of wiring conductor patterns 12 on the substrate 11 with the characteristic impedance of the element 14 can be made, and the transmission loss of the high-frequency signal in the connection part of a wiring on the substrate with the element 14 can be inhibited.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-67969

(43)公開日 平成11年(1999)3月9日

(51)Int.Cl.^{*}

H 01 L 23/12

識別記号

3 0 1

F I

H 01 L 23/12

3 0 1 L

// H 05 K 1/18

H 05 K 1/18

L

H 01 L 23/12

Z

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平9-222461

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(22)出願日

平成9年(1997)8月19日

(72)発明者 細川 徹

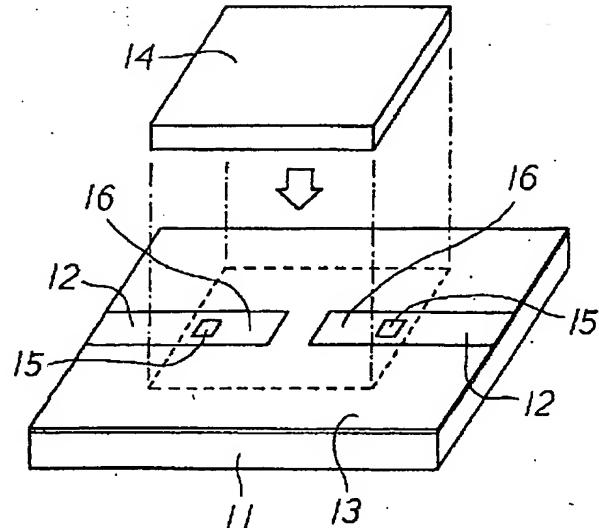
京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京
セラ株式会社中央研究所内

(54)【発明の名称】 高周波用半導体装置

(57)【要約】

【課題】 従来の高周波用半導体装置においては、基板上の配線と高周波用半導体素子との接続部において特性インピーダンスの不整合が生じ、使用周波数帯における高周波信号の伝送損失が大きくなってしまう。

【解決手段】 下面に接続用電極が形成された高周波用半導体素子14を、上面に接続用電極に対応した電極パッド15が配設された基板11に、接続用電極と電極パッド15との間に導電性接続部材を介して物理的および電気的に接続して成る高周波用半導体装置において、電極パッド15に高周波信号に対する同調用導体パターン16を付加したことにより、基板11の配線導体パターン12と高周波用半導体素子14との特性インピーダンスの整合をとることができ、接続部における伝送損失を抑制することができる。



(2)

特開平11-67969

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下面に接続用電極が形成された高周波用半導体素子を、上面に前記接続用電極に対応した電極パッドが配設された基板に、前記接続用電極と前記電極パッドとの間に導電性接続部材を介して物理的および電気的に接続して成る高周波用半導体装置において、前記電極パッドに、高周波信号に対する同調用導体パターンが付加されていることを特徴とする高周波用半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は高周波用半導体素子がいわゆるフリップチップ実装された高周波用半導体装置に関し、特に基板と半導体素子との接続部の高周波特性を向上させた高周波用半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 マイクロ波帯やミリ波帯の高周波信号を扱う半導体集積回路素子等の高周波用半導体素子は、基板上に配設された電極パッドに電気的に接続して搭載実装されるに際して、高周波特性に影響を与える接続部の導体の長さを極力短くするために、半導体素子の下面に形成された接続用電極とそれに対応して基板上に配設された電極パッドとをバンプ（突起電極）等の導電性接続部材を介して物理的および電気的に接続する、いわゆるフリップチップ実装により基板に実装されて高周波用半導体装置とされている。

【0003】 このように高周波用半導体素子をフェースダウン方式で基板上にフリップチップ実装する場合、基板上の電極パッドは、図4に高周波用半導体装置の概略構成を分解斜視図で示したように、一般的に、配線導体パターン2が形成された基板1上に絶縁膜3を形成した後、高周波用半導体素子4の下面の接続用電極（図示せず）に対応して導電性接続部材（図示せず）との接触位置となる部位にあたる配線導体パターンの先端部上に位置する絶縁膜にコンタクトホールを開けて、このコンタクトホールを介した配線導体パターン部分を電極パッド5とする構造が採用されている。

【0004】 また、半導体素子4を基板1上にフリップチップ実装する場合の接続用電極と電極パッド5との接続には大別して次の4種類の方法が採用されている。

【0005】 第1の方法では、基板1上有る配線導体パターン2の先端部に設けられた電極パッド5上にバンプを導電性接続部材として形成し、これを半導体素子4の接続用電極と物理的および電気的に接続する。

【0006】 第2の方法では、半導体素子4の接続用電極側に予めバンプを設けておき、そのバンプを基板1上有る配線導体パターン2の先端部に設けられた電極パッド5に接続する。

【0007】 第3の方法では、基板1上の配線導体パターン2の先端部に設けられた電極パッド5と半導体素子

4の接続用電極との両方にバンプを設け、そのバンプ同士を接続する。

【0008】 第4の方法では、基板1と半導体素子4のどちらにもバンプを用いず、異方性導電シートや異方性導電ペーストを用いて接続する。

【0009】 また、これらのバンプの形成には、ボールボンディング装置を用いて形成する方法やメッキ・蒸着等により形成する方法、転写等の印刷により形成する方法などが行なわれている。

10 【0010】

【発明が解決しようとする課題】 このようなフリップチップ実装によって高周波用半導体素子を実装することにより、半導体素子の接続用電極と基板上の電極パッドとをボンディングワイヤによって接続する実装形態よりも、高周波用半導体素子と基板間の高周波信号に対する伝送特性は大幅に改善されるようになった。

【0011】 しかしながら、マイクロ波帯やミリ波帯、特にミリ波帯のように周波数が極めて高い高周波信号を伝送する場合は、このように接続部の導体の長さを極力

20 短くしても、基板上の配線導体パターンの特性インピーダンスと高周波用半導体素子の特性インピーダンスとの不整合が生じ、その不整合が原因となって使用周波数帯において高周波信号の伝送特性において伝送損失が大きくなるため、高周波用半導体素子を実装した後に期待した特性が得られないという問題点があった。

【0012】 本発明は上記のような従来の問題点を解決するものであり、マイクロ波帯やミリ波帯等の高周波信号を扱う高周波用半導体装置において、基板上の配線と高周波用半導体素子との接続部における特性インピーダンスの整合をとることができ、高周波信号の伝送損失を低減でき、高周波用半導体素子の特性を十分に活かすことのできる高周波用半導体装置を提供することを目的とするものである。

30 【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明の高周波用半導体装置は、下面に接続用電極が形成された高周波用半導体素子を、上面に前記接続用電極に対応した電極パッドが配設された基板に、前記接続用電極と前記電極パッドとの間に導電性接続部材を介して物理的および電気的に接続して成る高周波用半導体装置において、前記電極パッドに、高周波信号に対する同調用導体パターンが付加されていることを特徴とするものである。

【0014】 本発明の高周波用半導体装置によれば、基板上に配設された電極パッドに対して、高周波用半導体素子の使用周波数に応じた長さ・形状を有する高周波信号に対する同調用導体パターンが付加されていることにより、この同調用導体パターンが高周波信号の伝送線路におけるいわゆるスタブの役目を果たし、高周波信号に対する同調をとることによって基板の配線の特性インピーダンスと高周波用半導体素子の特性インピーダンスと

50

(3)

特開平11-67969

3

の整合をとることができ、その結果、高周波信号の伝送損失を最も少ない状態にまで低減でき、実装された高周波用半導体素子の特性を十分に活かすことのできる高周波用半導体装置となる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の高周波用半導体装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0016】図1は本発明の高周波用半導体装置の実施の形態の一例における概略構成を示す分解斜視図である。図1において、11は基板、12は基板11上に形成された配線導体パターン、13は基板11および配線導体パターン12を覆って形成された絶縁層、14は高周波用半導体素子、15は電極パッドであり、ここでは電極パッド15としては、配線導体パターン12上の高周波用半導体素子14の下面に形成された接続用電極（図示せず）に対応した部位の絶縁層13にコンタクトホールを開けることによって形成された例を示している。そして、16は電極パッド15に対して付加された高周波信号に対する同調用導体パターンであり、高周波用半導体素子14の使用周波数に応じた長さ・形状を有するものである。

【0017】なお、図1において、白抜き矢印は高周波用半導体素子14の実装方向を示しており、基板11上に点線で囲んだ領域は高周波用半導体素子14が搭載され実装される半導体素子搭載部を示している。また、高周波用半導体素子14は、その接続用電極と基板11上の電極パッド15との間に導電性接続部材（図示せず）を介して物理的および電気的に接続することにより実装される。

【0018】基板11は、表面の平坦度が良く誘電率が一定の絶縁基板が好適に用いられ、例えばガラスセラミックス・ムライト・アルミナ等のセラミック基板や石英基板・ガラス基板・樹脂基板などが用いられる。

【0019】配線導体パターン12は、基板11上に主に高周波信号の伝送線路として形成されて高周波回路を構成するものであり、低抵抗でありかつ耐腐食性に優れる等の信頼性のある導電材料により構成され、例えばチタン-白金-金・クロム-銅-ニッケル-金・チタン-金・クロム-金・ニクロム-金・チタン-パラジウム-金等の複数層で構成された導体層などが用いられる。中でも、クロム-銅-ニッケル-金から成る導体層は、低抵抗でありかつ信頼性が高いことから、本発明の高周波用半導体装置にとって好適なものである。

【0020】また、配線導体パターン12は、例えばスパッタリング法や真空蒸着法等の薄膜形成手法により基板11上に導体層を被着形成した後、フォトリソグラフィ法とエッチングによって所望の配線導体パターン12を形成したり、あるいは精度良く厚膜形成技術を用いることによって形成される。

【0021】絶縁層13は、導電性接続部材と電極パッド15以外の配線導体パターン12とのショートを防止する目的で形成されるものであり、例えばセラミック基板11で

4

あればポリイミド樹脂やその他半導体装置作製時の熱処理プロセスに耐え得る材料等の絶縁性樹脂を用いて基板11上に從来周知のスピンドルコート法やカレンダーロール法等により塗布し、熱処理を行なうことによって形成される。

【0022】なお、この絶縁層13は本発明の高周波用半導体装置にとって必ずしも必要なものではなく、接続用電極や電極パッド15の配設ピッチが狭く実装時にショートする可能性がある場合や、基板11上の半導体素子搭載部に配線導体パターン12が形成されている場合等に用いればよい。また、この絶縁層13を設けない場合は、導電性接続部材としてバンプを用いずに、異方性導電シートや異方性導電ペーストを用いる構成とすればよい。

【0023】高周波用半導体素子14は、例えばシリコンやガリウム砒素等から成るペアチップ状態のものであり、いわゆるフリップチップ実装用の素子として、その下面には外部回路基板との接続用電極が形成されている。

【0024】電極パッド15は、フリップチップ実装において基板11上に形成された配線導体パターン12と高周波用半導体素子14の接続用電極とをバンプ等の導電性接続部材を介して電気的および物理的に接続するためのものであり、例えば前述のように、配線導体パターン12上の接続用電極に対応した部位の絶縁層13にコンタクトホールを開けることによって形成されることによって、接続用電極に対応して配設されている。なお、電極パッド15としては、この例のように配線導体パターン12の一部を利用する形態の他、配線導体パターン12端部に電極パッド15を接続して形成し、両者の材料を変えて、配線導体パターン12にはコストダウン可能な安価な材料を、電極パッド15には導電性接続部材との接着性・信頼性の高い材料を用いるといった構成としてもよいことは勿論である。

【0025】電極パッド15の寸法は、例えばその表面に導電性接続部材であるバンプを構成でき、実装上の機械的精度を満たす大きさとなるように設定すればよい。

【0026】そして、電極パッド15に付加して形成された高周波信号の同調用導体パターン16は、高周波用半導体素子14の使用周波数に応じた長さ・形状を有することにより、高周波用伝送線路におけるいわゆる整合回路の役目を行なう。このように高周波用半導体素子14の接続用電極および導電性接続部材であるバンプという負荷を配線導体パターン12という伝送路に直接には接続せず、伝送路と負荷との間に無損失の付加回路を設けて伝送路上には反射波が立たないようにすることから、基板11上の配線導体パターン12の特性インピーダンスと高周波用半導体素子14の特性インピーダンスとの整合をとることができ、配線導体パターン12と高周波用半導体素子14との接続部において、高周波用半導体素子14の使用周波数の高周波信号に対する伝送特性として最も伝送損失が小

50

(4)

特開平11-67969

5

さい状態を実現できるものである。

【0027】この同調用導体パターン16の使用周波数に応じた長さ・寸法・形状としては、上記の付加回路である整合回路についてはある周波数では整合がとれても異なる周波数では整合がとれないというのが一般的であるが、その高周波用半導体素子14の使用周波数が整合周波数となるように整合回路を設計するように設定すればよい。これには、例えばウエハープローブを用いて実際に高周波用半導体素子14を測定する方法や従来の方法でフリップチップ実装して測定する方法などにより高周波用半導体素子14の接続用電極およびバンプのインピーダンスを測定し、その値を用いてスタブ整合回路である同調用導体パターン16の右側と左側とでインピーダンスが等しくなるように設計すればよい。これにより高周波信号に対する特性インピーダンスの整合を容易にかつ良好にとることができるものとなる。

【0028】このような同調用導体パターン16の形状の例を図2に平面図で示す。図2(a)は図1に示した同調用導体パターン16と同様の形状のものであり、電極パッド15に対して配線導体パターン12と反対側に配線導体パターン12を延長するように直線的に形成して付加した例である。図2(b)は電極パッド15に対して配線導体パターン12と直交するように直線的な形状の同調用導体パターン16'を形成して付加した例である。図2(c)は電極パッド15に対して配線導体パターン12と反対側に扇形の配線導体パターン16"を形成して付加した例であり、いわゆるラジアルスタブと同様の役目を行なうものとなる。これらの同調用導体パターン16・16'・16"の寸法は、例えば一般的なスタブ整合回路を付加する場合と同様に、その同調用導体パターン16・16'・16"を付加する位置すなわち高周波用半導体素子14の接続用電極およびバンプからスタブまでの距離とスタブの長さを調整し、同調用導体パターン16・16'・16"と負荷インピーダンスである高周波用半導体素子14とを見込んだインピーダンスを伝送路である配線導体パターン12側の特性インピーダンスに等しくなるように設定すればよい。

【0029】また、前述のように配線導体パターン12に対して電極パッド15を別途形成するような構成とした場合もどうよう設置すればよい。

【0030】同調用導体パターンとしては他にも種々の形状、例えば2重スタブや多重スタブとすることができ、伝送線路におけるスタブの役目を果して使用周波数において接続部の伝送損失を抑制できる状態が実現できるものであればどのような形状としてもよい。

【0031】

【実施例】まず、厚さ0.2mm・誘電率9.6のアルミナ製セラミック基板の下面に厚さ5μmのクロム-銅-ニッケル-金から成るグランド導体層を被着形成し、基板の上面に厚さ5μm・線幅190μmのクロム-銅-ニッケル-金から成るマイクロストリップ線路構造の配線導

6

体パターンを形成した。

【0032】次に、この基板および配線導体パターン上に厚さ10μmのポリイミド樹脂をスピンドルコート法により塗布し、熱処理して絶縁層を形成した後、フォトリソグラフィ法とエッチングにより、この基板上に実装される高周波用半導体素子の接続用電極に対応した部位の配線導体パターン上の絶縁層に100μm角のコンタクトホールを開口して電極パッドを形成した。このとき配線導体パターンを利用して、この電極パッドに対して配線導体パターンと反対側に幅190μm・長さ250μmの図1および図2(a)に示した形状の同調用導体パターンが付加されるようにした。

【0033】そして、電極パッド上に導電性接続部材として直径90μm・高さ50μmの金から成るバンプを形成し、このバンプを介して電極パッドと高周波用半導体素子の接続用電極とを物理的および電気的に接続することにより、フリップチップ実装を行なって、図1に示した構成の本発明の高周波用半導体装置Aを作製した。

【0034】また、これと同様にして、電極パッドに同調用導体パターンが付加されていない従来の高周波用半導体装置Bも比較例として作製した。

【0035】これらの高周波用半導体装置AおよびBに対して、3次元の電磁界解析により抽出した特性から入力した高周波信号のうちの伝送された量の評価指標として挿入損失量(S21)を周波数に対する伝送特性として求めた。この結果を図3に線図で示す。なお、図3において横軸は周波数(GHz)、縦軸は伝送特性である挿入損失量S21(dB)を表わし、AおよびBはそれぞれ高周波用半導体装置Aおよび高周波用半導体装置Bの特性曲線を示している。

【0036】図3の結果より、伝送特性(S21)が-0.1dBになる周波数が従来の高周波用半導体装置Bにおいては約29GHzであるのに対して、本発明の高周波用半導体装置Aにおいては約37GHzとなっていることが分かる。

【0037】これにより、本発明の高周波用半導体装置によれば、基板側の電極パッドと高周波用半導体素子の接続用電極との接続部における高周波信号の伝送損失が効果的に抑制できることが確認できた。

【0038】なお、本発明は以上の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更や改良を行なうことは何ら差し支えない。

【0039】

【発明の効果】以上のように、本発明の高周波用半導体装置によれば、マイクロ波帯やミリ波帯等の高周波信号を扱う高周波用半導体装置において、基板上に配設された電極パッドに対して高周波用半導体素子の使用周波数に応じた長さ・形状を有する高周波信号に対する同調用導体パターンが付加されていることにより、基板の配線導体の特性インピーダンスと高周波用半導体素子の特性イン

(5)

特開平11-67969

7

ピーダンスとの整合をとることができ、その結果、高周波信号の伝送損失を最も少ない状態にまで低減できて、実装された高周波用半導体素子の特性を十分に活かすことのできる高周波用半導体装置を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高周波用半導体装置の実施の形態の例を示す分解斜視図である。

【図2】(a)～(c)は、それぞれ本発明の高周波用半導体装置における同調用導体パターンの例を示す平面図である。

(5)

8

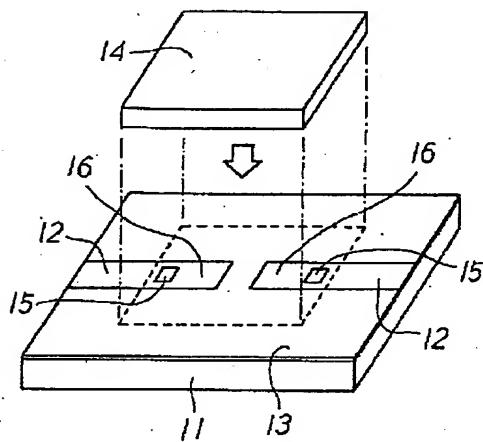
【図3】高周波用半導体装置における基板と高周波用半導体素子との間の伝送特性の例を示す線図である。

【図4】従来の高周波用半導体装置の概略構成を示す分解斜視図である。

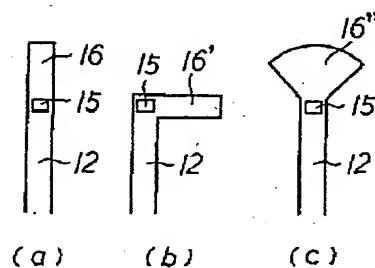
【符号の説明】

- 1、11·····基板
- 2、12·····配線導体パターン
- 4、14·····高周波用半導体素子
- 5、15·····電極パッド
- 10 16、16'、16''·····同調用導体パターン

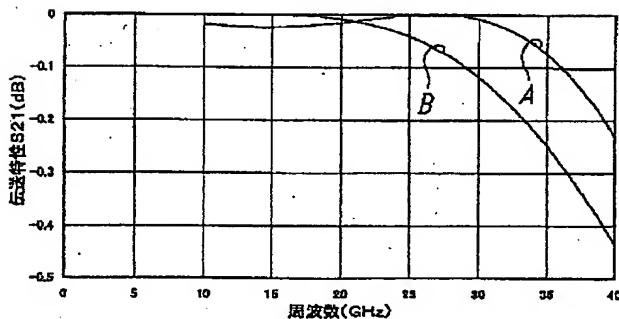
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

